DOI:
张震 多功能电能表性能评估品质试验方法［J］. ****，****，**，（**）：00-00

多功能电能表性能评估品质试验方法

张震
华能济南黄台发电有限公司，山东 济南 250100

摘 要：提出一套全面而系统的多功能电能表性能评估品质试验方法。通过对比研究国内外相关标准和先进电表的技术指标，本方法综合考虑了电表的准确性、稳定性、可靠性以及智能化程度等多个方面，为电能表行业的品质提升和技术创新提供了有力支持。
关键词：多功能电能表；性能评估；品质试验；
中图分类号：TM933.4　**文献标识码：**　**文章编号：**

Quality test method for performance evaluation of multi-functional meter

ZHANG Zhen
Huaneng Jinan Huangtai Power Generation Co.，Ltd.，Jinan，shandong 250100，China

Abstract: A comprehensive and systematic set of multi-functional watt-hour meter performance evaluation quality test methods was proposed. By comparing and studying the relevant standards and technical indicators of advanced meters at home and abroad, this method comprehensively considers the accuracy, stability, reliability and intelligence of the meter, which provides strong support for the quality improvement and technological innovation of the energy meter industry.
Key words: Multi-function meter　Performance evaluation　Quality test

作者简介：张震　男，　(1977-)，　从事电能计量技术研究　721047546@qq.com

0 引言

经过十五年的发展，国产多功能电能表已经达到年产120万台的规模，有功电能计量准确度从0.2S级—1级，功能和通信协议不断出新，但是，再向品质时代迈进过程，遇到技术创新和自主知识产权的困惑。究其原因，与多功能表标准滞后、不完善紧密相关，也缺乏区别产品性能评估（品质）试验方法的研究。

多功能表标准，通常分为参考标准和企业标准两个层次：

参考标准，是指IEC标准、国标、电力和机械行标和国家计量检定规程，用以指导产业发展的广域技术法规。

企业标准，采用参考标准规定的技术要求和试验方法，作为产品设计基本文件，规划产品质量水准。

长期以来，由于参考标准的导向，企业标准缺乏自主创新；电网计量应用部门的政出多门，加重了产品设计改进的负担；低价位竞争导致产品质量失控，与国际品牌产品相比，国产多功能表品质有较大的差距，电网关口计量的主表大多数依靠进口，新一代中、低端多功能表开发也是困难重重。

本文内容由进口电网关口多功能电能表的差异化设计，现行参考标准实用性述评，产品性能评估（品质）试验方法探讨三部分，其目的是为制订国产新型多功能电能表的企业标准，提供定位思路、框架设计和产品典型指标的求索方法。

一、进口电网关口电能表的差异化设计

目前，如何让国产0.2S级多功能表进入电网关口计量的主导地位，成为电能表产业发展的一个期望。综合研究进口电网关口电能表的差异化设计，是评价现行参考标准实用性和讨论与制订新型多功能表企业标准的基础。

差异化设计主要是指这些进口电网关口电能表由哪些指标优于IEC标准？IEC标准没有的功能和指标；同类进口表的同一指标的最高值；与国产0.2S级多功能表相比，技术上有哪些差别与差距；再是，如何适应全球电表市场的应用需求和计量新技术的发展。

本部分内容由八个型号的0.2S级进口电网关口电能表样本汇总而成。

1、 电能计量芯片

1）电表企业专有计量芯片

a、采用交流采样功率算法的乘法器芯片：主流产品

b、时分割乘法器芯片：某一进口产品

2）通用芯片组合和专有算法

电压/电流回路14位—18位A/D，32位CPU，最高采样速率每周波256点。

2、 电能计量准确度

1）有功电能计量：

a、从0.05%In到Imax的误差曲线为一条水平直线；

b、实际误差控制在±0.05%；

2）无功电能计量： ±0.2%；

3）视在电能计量：±0.3%；

a、视在电能两种算法：矢量法、算术法

b、四象限视在电能

4）Qh 计量：±0.3%

5）30 年有效寿命期间：**保持稳定精度，不需要做任何定期检验。**

3、 谐波电能计量

1）计量方式之一：单独计量基波和谐波电能

2）计量方式之二：计量总谐波电量及其占总有功电量的百分比。

4、典型电表常数：3×100V、3×5A，C=20000imp/Kwh、Kvarh

5、 抗干扰能力和可靠性

1）计量电路和主要器件采用专门设计

2）专门的抗干扰措施

3）电压回路失压和电压恢复时的时序设计

4）所有计量数据存储在一个非易失EEPROM中的两个不同位置，作为原本和副本。

5）电磁兼容性：经过比IEC、ANSI标准更严酷的测试：

a、高压冲击影响

b、快速暂态和振荡暂态测试

c、快速暂态下的电源升降测试

d、31MHz、154 MHz、454 MHz无线频率干扰测试。

e、不规则电源循环测试

f、低电压延续测试

g、IEEc.37-90.1-1989保护继电器及继电器系统的抗冲击能力测试。

h、ANSIc62.41 抗冲击干扰测试

6、　启动功率

1）启动有功功率：小于0.05%额定有功功率

2）启动无功功率：小于0.1%额定无功功率。

7、　电压应用范围：

1）自适应电压输入：45~290V（相电压）

2）指定电压量程

a、测量范围：70~115%参比电压

b、允许范围：65~130%参比电压

8、　时间基准

1）典型实时时钟（RTC）：20MHz晶振

2）实时时钟的同步源

a、内部晶振

b、电力系统频率：±10PPM。

c、外部ASCII接收器：精度1ms。

d、IRIG-B GPS接收器：精度1ms

e、支持计量系统主站和采集终端校时

9、　需量计算

1）需量计算的类别：最大需量；最小需量；当前需量；先前需量；目标需量；累积需量；连续累积需量；热需量。

2）需量周期与电表内部时钟同步。

10、　电压小时、电流小时、频率小时、功率因数小时计量。

11、　瞬时量的准确、快速测量与记录

1）测量准确度

a、电压：　0.1%

b、相电流：　0.1%

c、中线电流：　0.4%

d、频率（47~63Hz）：±0.01 Hz

e、功率因数：　0.5%

2）最短测量与记录周期：10ms，每秒刷新一次。

3）记录瞬时量的最大值、最小值，时间分辩率1ms。

4）瞬时视在功率

a、矢量算法

矢量VA=√有功功率^2+无功功率^2

b、算术算法

算术VA=Vrms·Irms

c、如果存在谐波电流，并且谐波电压为零

●矢量 VA 不包含有谐波影响

●算术 VA 包含有谐波影响

12、　电压、电流的不平衡度

1）电压零序、负序、正序分量。

2）电流零序、负序、正序分量。

13、　电能质量监测

1）谐波：2~63次谐波，测量准确度1%。

2）单次解析至50次谐波，包括：幅值、相角、谐间波。

3）闪变

4）电压容限曲线CBEMA/ITIC

5）供电可靠性：99.9999999%，表示一年发生故障时间只有2个周波。

6）记录电压突升、突降、扰动。

7）捕捉瞬时电流变化

14、　变压器、电力线路的损耗补偿

1）电压平方小时记录

2）电流平方小时记录

15、　互感器误差动态纠正功能

16、　数据和事件记录

1）非易失性存储器的最大容量：10MB

2）负荷记录

3）数据记录

17、　通信功能

1）通信接口

a、串行接口： RS232，115200bps

RS485，115200bps

b、红外接口：19200 bps

c、内置调制解调器：33600 bps

d、以太网接口：10/100MHz

e、IRIG-B 接口

f、20mA电流环（cs）

2）高速通信方式：帧中继；光纤；无线；有线；电话网；以太网；微波网

3）主要通信协议：

a、IEC62056—21/42/46/53/61/62

b、IEC870—5—102

c、DNP3.0

d、Modbus RTU

e、TCP/IP

4）协议转换RTU单元：该单元有CPU，可直接与SCADA系统或其它本地RTU进行通信

5）Internet互联

a、通过WEB浏览器读取电表内部数据

b、自动发送E-mail，传递报警信息或定期的系统运行状态更新。

c、连接到MV—90系统的关口电能表。

18、 输出、输入功能

1）脉冲输出、输入

2）模拟量输出、输入

3）数字状态输出、输入

4）I/O模块是独立、完整的模块，采用Lonworks协议通过双绞线进行通信。

5）输出脉冲

a、规定之一：脉宽40ms、最大脉冲频率12Hz

b、规定之二：脉宽80ms

c、规定之三：脉宽5~250ms，极性可编程。

6）LED

脉冲频率小于40Hz，脉宽8ms

7）子母表网络：将若干台电表通过光纤建成表网，其中一台电表为母表，具有相当于数据采集器的功能。

19、 显示方式

1）数据

2）曲线

3）事件

4）矢量图

5）谐波棒图

6）背光：LED，0~120min

20、 自诊断

1）方式之一：上电自检，定期检测所有内存

2）方式之二：在上电和连续工作中，对硬件、软件和记录数据进行持续检测。对任何异常事件，可通信上传，紧急告警，显示故障代码。

21、 硬件电路

1）模块化设计：其中的通信模块采用插拔式结构；模块之间的通信，通过母线来实现；在电表使用寿命期间，有些模块可进行现场改装及功能扩展。

2）超级电容：断电保持时间大于20天；

22、 支持软件

1）与ITRON MV-90兼容

2）电表编程软件

3）通信协议编辑器

4）电表数据文件软件

23、 表壳

1）表壳材料

a、材料之一：防静电玻璃纤维加强塑料

b、材料之二：阻燃的聚碳酸脂。在电表寿命周期结束后重复使用。

c、自灭速度：IEC60695-5-11（960 ºC）、UL94（94VO）

2）表壳外型

a、插座式

b、机架式

c、屏柜镶嵌式

d、DIN标准式

e、A型底座式

二、现行参考标准实用性述评

1、 IEC 相关标准

目前，IEC还没有制订多功能表的专门标准，其相关标准，包括：IEC62052-11、IEC62053-21/22/23。

1）IEC62052-11：静止式电能表的通用要求，其内容包括：术语和定义，标准电量值，机械要求，气候条件，电气要求[含电磁兼容性（EMC）]。

IEC62053-21/22/23：1级和2级有功计量/0.2S级和0.5S级有功计量/2级和3级无功计量的静止式电能表的特殊要求，其内容包括：电气方面的特殊要求，准确度要求及试验方法。

2）多电能仪表，测量一种以上电能或其它功能元件，如最大需量指示器，电子式费率表寄存器，时间开关，脉动控制接收器，数据通信接口等也包封在表壳内，则对这些功能元件的标准也适用。

3）为保证在标称工作条件下仪表的固有功能，试验等级被定为最低值。对特殊的应用，其它试验等级可能是必需的，并在用户与制造商间协商确定。

4）电能计量准确度应用范围

a、有功计量：cosφ=0.25（L）—1—0.5（c）

b、无功计量：sinφ=0.25（L/C）—1

c、视在计量：（待查）

5）IEC62053-23：正弦波下的无功电能计量技术规范。

6）电能表试验装置引用标准：IEC60736：1982

7）电能表可靠性要求：由IEC62059系列标准涵盖

8）由IEC相关标准引发的思考

a、cosφ（sinφ）≠1 时，误差限放宽的程度

●IEC62053-21：2003，1级和2级静止式有功电能表

·cosφ=0.5（L）时，1级表误差限为1%

2 级表误差限为2%

·cosφ=0.25（L）时，1级表误差限为3.5%

2 级表误差限不规定

●IEC62053-22：2003，0.2S级和0.5S级静止式有功电能表

·cosφ=0.5（L）时，0.2S级表误差限为0.3%

0.5S级表误差限为0.6%

·cosφ=0.25（L）时，0.2S级表误差限为0.5%

0.5S级表误差限为1%

●IEC62053-23：2003，2级和3级静止式无功电能表

·sinφ=0.5（L）时，2级表误差限为2%

3 级表误差限为3%

·sinφ=0.25（L）时，2级表误差限为2.5%

3 级表误差限为4%

●提出的问题：

一是，IEC相关标准在cosφ（sinφ）≠1时，误差限放宽程度不一，要严于国际上早期的通用要求，cosφ=1时的误差限/ cosφ。

二是，cosφ<0.25时，误差限由企业标准自定？

三是，cosφ=0时，误差定义和计算方法？

b、电压回路的功率消耗

●采用开关电源时，电压回路功率消耗的峰值允许超过平均值，但应确保仪表所连接的电压互感器有足够的负荷能力。

●对内含互感器的仪表，制造厂应注明负荷是感性还是容性。

●提出的问题：

一是，仪表用开关电源常用几种类型？采用的产品标准？

二是，如何捕捉开关电源功耗的峰值？

c、平均温度系数：**应在整个工作范围内测量。**

d、产生外部恒定电磁场的试验设备如何设计？

e、新规定参比条件的测试方法？

●外部连续磁感强度

●参比频率的外部磁感强度

●30kHz-2GHz 的高频电磁场

●150 kHz-80MHz 的射频场的传导骚扰

f、谐波影响量

●直流和偶次谐波试验

·试验线路设计准确性指标？

·半波谐波含量：傅立叶分析不完整

●奇次谐波试验

·标准表应测量含谐波的电能真值（基波+谐波）

·相位触发波形：前沿上升时间 0.2ms±0.1 ms

·相位触发波形：傅立叶分析不完整

●次谐波试验

·标准表应测量总的有功电能量（基波+谐波）

·次谐波含量：傅立叶分析不完整

●提出的问题：

一是，IEC相关标准提供的谐波影响试验线路，谐波范围由直流到21次谐波，又说明傅立叶分析不完整。国际上通用63次谐波分析，可以？采用何种谐波分析技术？

二是，标准表要在奇次谐波和次谐波条件下进行计量溯源？

g、电压范围，包括：

●规定的工作范围

●扩展的工作范围

●极限工作范围

●接地故障时的最大电压

在测定以上电压范围性能时，标准表需进行计量溯源。

h、电/光测试输出；

●电测试输出的参考标准IEC62053-31，其输出波形符合性要进行测试。

●光测试输出

·上升时间采用Tr=0.2μs标准接收二极管来验证

·光的幅射强度 Er 的信号测试？

i、对电磁兼容性（EMC）试验中的要求

●静电放电、辐射电磁场、浪涌抗扰度试验：在试验中，功能和性能有暂短的降低或失去是容许的。

●快速脉冲群试验：在试验中，功能和性能由暂短的降低或失去是容许的。然而仪表准确度应在相应标准规定的极限内。

准确度可以用计数的方法或其它合适方法进行测定。

●射频场感应的传导骚扰、衰减振荡波抗扰度试验：在试验中，应不使设备的状况紊乱且误差的改变应在相应标准规定的极限内。

j、静止式无功表的电流线路功耗指标：2 级和 3 级无功表均为 5VA？

k、当测试一台三相无功电能表时，如果所采用测试方法和被测表不同程度地受电压和电流不平衡影响，则可能增加误差。在此情况下，参比电压必经调整得非常对称。

●提出的问题：

一是，静止式无功表常用几种计量原理？

二是，正弦式无功表对电压不平衡的影响？

2、国标：《多功能电能表　特殊要求》GB/T17215.301-200X

1）多功能电能表国标是一个产品规范，体现产品订货技术规范的大部分要求，其标准电量值、机械要求、气候条件、电气要求、电磁兼容性（EMC）及其试验方法，直接引用IEC62052-11的规定；有关电能计量单元的部分，应符合相应电能表的国家标准（注：GB/T17882、GB/T17883、GB/T17215）；多功能表国标仅规定电能表的特殊要求。

2）多功能表国标：界定了电能计量技术要求，基本功能要求，附加功能，显示要求，编程要求及安全与软件要求等。

3）提出视在电能计量准确度为2级。

4）仪表需量测量的准确度，应符合相应有功电能计量准确度等级指数的要求。

5）明列事件记录、扩展功能。

6）规范需量周期的算法；电压范围的试验方法。

7）采用IEC62056-61仪表标识标准。

8）提出1%Ib（In）、cosφ=1时确定仪表常数的方法

9）提出软件功能：

●采用双备份数据据区加校验技术

●可封缄按钮和内置开关

●访问权限分级管理

10　）按照 JB/T50070 规定进行可靠性验证试验。

3、国家计量检定规程:《电子式电能表》JJG596-1999

法制计量检定的作用，是保证计量器具计量准确、量值一致。

1）JJG596-1999提供计量检定基本内容，包括：被测表技术要求、基本检定条件，对检定装置要求，检定方法，检定接线图，数据化整方法和检定结果处理。

2）JJG596-1999用于交流有功电能表（包括：标准电能表和安装式电能表）的检定。

3）测试电流以Ib表示，不区分直接接入式电能表，还是经互感器接入式电能表。

4）提出确定基本误差试验方法、校验计度器示值的方法、检定装置的允许误差和允许的标准偏差估计值S（%）。

5）电子式电能表的测量重复性，以标准偏差估计值S（%）表征，提出相应的计算公式。

6）潜动试验方法：电压回路加参比电压，电流回路中无电流时，电能表在启动电流下产生1个脉冲的10倍时间内，测量输出应不多于1个脉冲。

7）提出确定需量误差（%）的方法；需量误差（%）应不大于电能表规定的准确度等级；需量周期误差应不超过需量周期的1%。

4、电力行业标准：《多功能电能表》DL/T614-2007

1　）DL/T614-2007 规定多功能电能表的订货、验收、使用时的技术要素，规范了功能的设置。

2）提出1级多功能表的低负荷计量考核到0.01Ib（cosφ=1）

3　）直接接入式的电能表宜选取用过载 10 倍及以上的电能表

4）引用IEEE1459-2000《在正弦、非正弦及平衡、不平衡条件下电功率测量的定义》

5　）降低仪表功耗指标

6　）提出验收时的误差限要求和误差一致性考核。

7　）对有争议的常用术语，包括：失压、临界电压、断相、失流等重新进行定义。

8　）改进 DL/T614-1997 规定的需量准确度计算法。

9　）提出仪表常数计算公式；仪表结构要求；

10　）明确采用《多功能电能表通信协议》DL/T645-2007，进行协议符合性测试，进行数据传输线抗干扰试验。

11　）按照 DL/T830-2002 规定进行可靠性试验验证。

评论：

1、IEC相关标准定位用于静止式电能表的型式试验，其重点是正弦波、稳定负荷下的电能计量准确度和测试方法，对其它功能的要求，要参考相关标准的规定。

IEC相关标准对国产多功能表的起步、发展起到重要作用。随着综合计量技术的发展，IEC相关标准不断推出新版，但是，还是明显的滞后于前面叙述的进口0.2S级电网关口电能表的计量性能。本文提出的IEC相关标准引发的思考，包函三层意思：

一是，IEC相关标准新版提出一些新的要求和试验方法，国产表要进行跟踪吸纳、充实，提高产品质量。

二是，IEC相关标准原有的要求和试验方法不明确，有待提供完善化技术。

三是，IEC相关标准与现有产品设计技术有差距，需要补充和扩展新的技术要求和试验方法。

目前，根据国产新型多功能表产品开发的情况，期望IEC推出下列计量新标准：

1）0.1S级有功电能计量

2）0.2S级/0.5S级无功电能计量

3）0.3S级/1级视在电能计量

4）谐波影响量的影响试验方法，要提供分析不确定度计算

5）谐波功率定义和谐波分析计算方法。

2、GB/T17215.301-200X是国内第一部多功能表特殊要求的国家标准，在参照国际上先进国家标准基础上，提出多功能表的特殊技术规范。但是，对IEC相关标准存在的应用问题，缺少补充新的技术要求；对需量准确度有不同的看法；对视在电能计量准确度，事件记录，扩展功能需要后续提供正确性考核方法。

3、JJG596-1999定位用于静止式有功电能表的

法制计量检定，主要内容是正弦波、稳定负荷下的电能计量、计时、需量测量准确度和稳定性测试。随着国际、国内电能表产业的发展，无功电能表、视在电能表、平均功率因数计算，谐波电能表的法制计量校准方法，需要列入议事日程。

4、与DL/T614-1997不同，DL/T614-2007定位在电力行业的电能表应用技术规范，改进需量准确度计算方法，提出考核仪表误差一致性、DL/T645-2007协议符合性测试，在国内首次引用IEEE1459-2000标准。作为电力行业标准，需要贴近现代电网的发展，推进电能计量新技术，包括：谐波电能计量、电能质量监测、 多通信方式的应用与测试。

5、综合以上内容，国产新型多功能表企业标准如何制定？

1）暂时不能期望国际上推出一部包函现代多功能电能表计量和功能要求和试验方法的统一标准。

2）新型多功能表作为一种高品质产品，需要制订先进、合理、完整的企业标准：

a、采纳现行参考标准，包括：新提出要求和试验方法；制订缺门的技术要求和试验方法。

b、采用部件相关标准。

c、参考国际、国内同类产品性能、技术。

d、电网需求的计量应用技术。

e、软件、可靠性设计

f、计量溯源技术

3）新型多功能表企业标准制订时需要考虑的计量要求和参考文件。

a、综合要求，包括：标准电量值，机械要求，电气要求，气候条件，基本功能要求，附加功能，显示要求，编程要求，安全与软件要求：GB/T17215.211-2006

GB/T17215.301-200X

机械试验参照标准（略）

气候条件试验参照标准（略）

电气试验参照标准（略）

b、电能计量准确度

●0.2S级—1级有功电能计量：IEC62053-21/22

DL/T614—2007

●2级—3级无功电能计量：IEC62053-23

●0.1S级电网关口电能表：参考照Q1000企业标准

●cosφ(sinφ)=0—0.25时的有功（无功）计量：自定

●视在电能计量：（待查）

c、电能计量芯片：电表企业专用计量芯片/通用芯片组合和专用算法/通用三相SOC计量芯片。

d、多费率计量：GB/T15284—2002

e、最大需量计量：GB/T17215.301—200X

DL/T614-2007

f、预付费计量：GB/T18460.3—2001

g、时间开关：GB/T9092—1998

IEC61038—1998

h、失压计时器：DL/T566—95

i、谐波功率定义：IEEE1459—2000

j、电能质量监测设备通用要求：GB/T19862—2005

k、电能质量监测仪检定：DL/TXXX——XXXX

l、谐波、间谐波测量要求：GB/T17626.7—1998

m、信息技术设备电压容限曲线[ITIC（CBEMA）曲线]：IEEE446—1980

n、脉冲输出装置：IEC62053—31：1998

o、仪表功耗：IEC62053—61：1998

p、LCD测试：（待查）

q、RS485测试：（待查）

r、红外调制光通信：DL/T645—2007

s、数据交换协议：

●DL/T645—2007、由电网计量权威机构编辑的专用测试软件

●IEC62056、CTT2.0DLMS/COSEM符合性测试工具CTT。

t、电磁兼容性（EMC）：

GB/T17626.2—1998

GB/T17626.3—2002

GB/T17626.4—1998

GB/T17626.5—1998

GB/T17626.6—1998

GB/T17626.10—1998

GB/T17626.11—1999

GB/T17626.12—1998

GB9254—1998

u、可靠性：

IEC62059—11：2002

IEC62059—21：2002

DL/T830—2002

JB/T6214—92

JB/T50070

v、仪表验收：GB/T17215.301—200X

DL/T614—2007

多功能表定型鉴定大纳

w、多功能表性能评估（品质）试验方法（后续）

三、多功能电能表的性能评估（品质）试验方法

多功能表的性能评估（品质）试验，主要是鉴别仪表质量差别和对物理条件改变的适应能力。

1、基本试验方法：按照IEC标准、国标、行标和国家计量检定规的要求进行测试。其试验项目可分成：准确度、气候条件、电气要求，电磁兼容性（EMC），功能符合性，编程设置要求，机械和部件要求，数据安全与软件，平均寿命九类，约计62项。

2、附加试验方法：在现行参考标准提供技术要求和试验方法的基础上，通过准确度和影响量的扩展测试范围，摸拟物理条件改变，算法核算，提高试验严酷程度，引用新的测试技术，扩充新的试验项目进行另一类测试，其试验项目约计43项。其中，有些项目尚待进一步研究确定。

1 ）准确度

a、扩展测试范围

·随电流改变的准确度测试，由定点测试扩大到0.5IQ—1.2Imax。

注：I Q 启动电流

·随相角改变的准确度测试，由cosφ（sinφ）≥0.25扩大到

0-360º。

·误差分布统计

·实验标准差计算

·四象限误差不对称分布

b、临界测试

·临界相角测试

·临界电压测试

·防潜动测试

c、视在电能计量准确度

d、随时间改变的误差变化

e、误差一致性

f、仪表常数多元化核算方法

2）影响量的影响

a、影响量试验过程中仪表工况和误差改变

·电压不平衡

·接地故障

·电磁兼容性（EMC）

b、影响量改变引起变差的总量计算

·环境温度

·电压范围

·频率改变

3 ）模拟物理条件改变

a、冲击负荷试验

b、动态负荷下的需量测试

c、电压、电流、功率对谐波反映能力

d、通信接口

4 ）提高试验严酷程度

a、温度

b、电磁兼容性（EMC）

c、通信接口试验

5 ）算法核算

a、谐波有功功率计算

b、视在功率和功率因数计算

c、各类试验方法的不确定度计算

6 ）引用新的测试技术

a、电能质量的测量功能正确性

b、快速测量与记录正确性

c、电/光测试输出

d、参比条件中的电磁环境测试

e、通信协议符合性测试

f、电压回路故障时仪表工作时序测试

g、存储容量测试

7 ）扩充新的试验项目

a、工作可靠性测试

b、事件记录正确性

c、扩展功能准确性

d、寿命验证试验方法

3、性能评估（品质）试验方法的应用

1）面向电力用户的0.2S级—1级多功能表：将前面叙述的性能评估（品质）试验项目约计105项，按IEC标准和国标规定的技术要求九类，经选择，每一类列出适合的基本和附加试验项目，并编订品质试验实施细则。

2）面向电网关口多功能表，按产品特征：电能计量准确度，误 差稳定性、重复性和一致性，可靠性，动态负荷响应特性，实时测量与记录，通信功能，电网运行应用要求七类，在前面叙述的性能评估（品质）实验项目中选择，每一类列出适合的基本和附加试验项目，并编订性能评估试验实施细则。

3）特殊量的计量溯源

多功能表性能评估（品质）试验结果是否正确、可信，最终要归结到计量溯源。下面是特殊量的计量溯源信息：

a、工频谐波功率标准（中国计量科学研究院）

●谐波计量标准装置，包括：采样器，谐波源，计算机，同步采样触发器，电压、电流量程扩大部件，算法和软件。

●技术指标

·基波频率范围：45-65Hz

·谐波次数：60 次以内

·测量量程：60-500V，0.1-50A

功率因数 0（L）-1-0（C）

·分析不确定度

谐波电压、电流相对基波有效值的分析不确定度：谐波电压小于30μV/V（k=2）；谐波电流小于36μA/A（k=2）。

谐波功率相对于基波视在功率的分析不确定度：小于42μW/VA（k=2）。

b、电能质量校准装置（中国电力科学研究院）

●电能质量校准装置，包括：系统软件及硬件，作为标准表的电能质量分析仪LEMD6000（经过电能质量计量标准实验室量值溯源）。

●电能质量校准项目

·频率

·交流电压有效值

·谐波含有率

·闪变

●电能质量计量指标（略）。

c、工频正弦波功率标准（中国计量科学研究院）

●有功功率：

·低功率因数计量：cosφ=0—0.25

·低电压计量：U=0.1/0.2/0.3/0.4/0.5/0.6/0.7/0.8Un

●无功功率：sinφ=0—1

·视在功率：（待查询）

d、由于条件限制，有一些性能评估（品质）试验项目暂时不能进行计量溯源，则应提出该试验方法的分析不确定度和傍证试验数据。

4）多功能电能表性能评估（品质）试验数据的综合评价方法，尚待专题研究。目前，建议单项性能评估（品质）试验结果，只排序，不分等级。

结语：

借鉴国际上电能表品牌产品的设计生产经验，多功能表的品质保证取决于设计、材料、工艺，包括：精选元器件供应商和严格的元器件测试，采用企业专有电能计量芯片，特殊的电路板设计与测试，建立完整的测试流程体系，严格的临界测试，样表测试，出厂前稳定性测试，仪表生产、运行全过程的故障信息分析等。本文叙述的多功能表性能评估（品质）试验方法，重点用于产品比较、选型、验收时的应用测试与分析，也可作为新产品设计定型和样表测试的参考。

参考文献

[1] 张震 多功能电能表标准与性能评估品质试验方法